



DEUTSCHES  
PATENTAMT

(12) **Offenlegungsschrift**  
(10) **DE 41 34 148 A 1**

(51) Int. Cl.<sup>5</sup>:  
**G 01 B 11/02**  
G 01 B 11/30  
G 01 M 17/04  
G 02 B 26/08

(21) Aktenzeichen: P 41 34 148 1  
(22) Anmeldetag: 16. 10. 91  
(23) Offenlegungstag: 22. 4. 93

DE 41 34 148 A 1

(71) Anmelder:

Micro-Epsilon Messtechnik GmbH & Co KG, 8359  
Ortenburg, DE

(74) Vertreter:

Naumann, U., Dipl.-Wirtsch.-Ing. Dr.-Ing., Pat.-Anw.,  
6900 Heidelberg

(72) Erfinder:

Eschke, Uwe, Dipl.-Ing., O-8020 Dresden, DE;  
Pferner, Dieter, Dipl.-Ing., O-8101 Medingen, DE;  
Stautmeister, Thorsten, Dipl.-Ing., O-8080 Dresden,  
DE; Wißpeintner, Karl, Dipl.-Ing., 8359 Ortenburg, DE

(54) Verfahren und Vorrichtung zur Lageerkennung Licht reflektierender Gegenstände

(57) Ein Verfahren zur Lageerkennung Licht reflektierender Objekte, wobei von einem Lichtsender (2) ausgesandtes und am Objekt (1) zumindest teilweise reflektiertes Licht von einem Lichtdetektor (8) detektiert wird, ist zur einfachen Durchführung bei geringem apparativem Aufwand durch folgende Verfahrensschritte gekennzeichnet:

Aussenden des Lichts durch den Lichtsender (2);

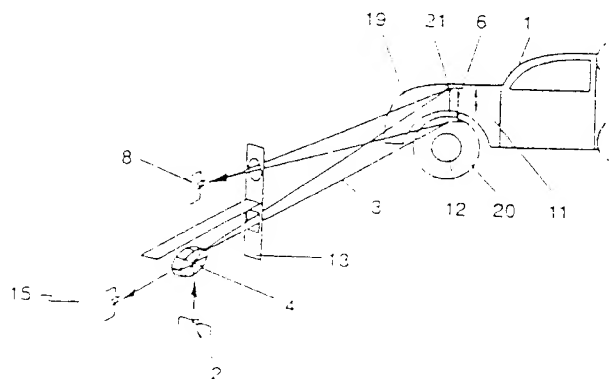
Ablenken des Lichts durch einen drehbeweglichen Spiegel (4) in Richtung des Objekts (1) und Auffachern des Lichts auf eine vorgegebene Meßstrecke (6), so daß an der Oberfläche (11) des Objekts (1) ein entsprechend der Winkelstellung des Spiegels (4) über die Meßstrecke (6) mit vorgebarer Frequenz vorzugsweise linear abtastender Lichtpunkt entsteht;

ggf. Bündeln bzw. Fokussieren des Lichts durch eine Sendeoptik (5) vor oder nach dem Spiegel (4);

zumindest teilweises Reflektieren des Lichts direkt durch die Oberfläche (11) des hinsichtlich der Lage zu erkennenden Objekts (1);

ggf. Bündeln bzw. Fokussieren des durch die Oberfläche (11) des Objekts (1) reflektierten Lichts mittels einer Empfangsoptik (7);

Detektieren des reflektierten Lichts mittels des Lichtdetektors (8).



DE 41 34 148 A 1

Die Erfindung betrifft grundsätzlich ein Verfahren zur Lageerkennung Licht reflektierender Objekte, wobei von einem Lichtsender ausgesandtes und am Objekt zumindest teilweise reflektiertes Licht von einem Lichtdetektor detektiert wird.

Verfahren der in Rede stehenden Art sind auf den unterschiedlichsten Gebieten in zahlreichen Variationen bekannt. So handelt es sich beispielsweise beim Lenken sogenannter Botsches um ein solches Verfahren. Allerdings wird hier weniger die Lage eines Objekts als vielmehr die Anordnung bzw. Reihenfolge der Botschorderungen detektiert.

So ist weiter aus der europäischen Patentschrift 00 39 142 eine Vorrichtung und ein Verfahren zum Bestimmen der dreidimensionalen Form eines Objekts bekannt. Bei diesem Verfahren ist wesentlich, daß ein Lichtstrahl von einem Lichtsender zu einem Lichtempfänger geleitet wird und daß die Detektion des Lichtes gegenüber einer durch das Objekt hervorgerufenen Lichtstrahlunterbrechung registriert wird. Auf diese Weise wird bei rasterförmigem Abtasten eines Meßfeldes das Objekt hinsichtlich seiner Kontur definiert. Jedenfalls wird nach dem bekannten Verfahren lediglich festgestellt, ob das zu ermittelnde Objekt den Strahlengang im Verlaufe des Abtaststrahls unterbricht oder den Strahl zum Detektor durchläßt.

Desweiteren ist aus der internationalen Veröffentlichung WO 89/12 311 ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Prüfung von Stoßdämpfern eines Kraftfahrzeuges bekannt, bei dem an dem zu prüfenden Kraftfahrzeug Lichtdetektoren angebracht sind. Vom Lichtsender aus wird dann das Licht in Richtung des Kraftfahrzeuges ausgesendet, so daß beim Auftreffen des Lichts auf die Lichtdetektoren eine Treffermeldung an einen Prozessor erfolgt.

Die Lage der Lichtdetektoren bzw. eine Veränderung der Lage der Lichtdetektoren läßt sich somit feststellen.

Die aus der Praxis bekannten Verfahren und Vorrichtungen zur Lageerkennung von Objekten jeglicher Art, sind jedoch insoweit problematisch, als sie einen erheblichen apparativen Aufwand sowie erhebliche Rüstzeit erfordern. Zur Erkennung der Lage des Objektes ist es nämlich nach den bekannten Verfahren zwingend erforderlich, entweder auf der dem Lichtsender gegenüberliegenden Seite des Objekts einen gesonderten Lichtempfänger anzuordnen oder das Objekt selbst mit einem entsprechenden Lichtempfänger auszustatten. Einerseits der sich dadurch ergebende erhebliche Raumbedarf zur Durchführung des Verfahrens, andererseits der zwingend erforderliche apparative Aufwand lassen die bekannten Verfahren insbesondere zur schnellen und kostengünstigen Anwendung als ungeeignet erscheinen.

Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Lageerkennung Licht reflektierender Objekte anzugeben, wobei zur Durchführung des Verfahrens nur ein geringer apparativer Aufwand sowie ein nicht allzu großer Raumbedarf erforderlich ist. Darüberhinaus soll das Verfahren sowie die Vorrichtung insbesondere zur Prüfung von Stoßdämpfern eines Kraftfahrzeuges geeignet sein, wobei hier die zeitabhängige Lage der Kraftfahrzeugkarosserie zu detektieren ist.

Das erfindungsgemäße Verfahren löst die voranstehende Aufgabe durch die Merkmale des Patentanspruches 1. Danach weist das Verfahren zur Lageerkennung

Licht reflektierender Objekte, wobei von einem Lichtsender ausgesandtes und am Objekt zum mindesten teilweise reflektiertes Licht von einem Lichtdetektor detektiert wird, im wesentlichen folgende Verfahrensschritte auf:

Zunächst wird Licht durch einen Lichtsender ausgesendet, wobei es sich hier vorzugsweise um gebündelte Lichtstrahlen handelt. Das Licht wird durch einen drehbeweglichen Spiegel in Richtung des hinsichtlich der Lage zu erkennenden Objekts abgelenkt und auf eine vorzugebene Meßstrecke aufgeteilt, so daß in der Oberfläche des Objekts ein entsprechend der Winkelstellung des Spiegels über die Meßstrecke mit vorgegebener Frequenz vorzugsweise linear abtastender Lichtpunkt entsteht. Gegebenenfalls wird das Licht durch eine sogenannte Sendeoptik vor oder nach dem Spiegel gebündelt bzw. fokussiert. Am Objekt selbst wird dann das auftreffende Licht direkt durch die Oberfläche des hinsichtlich der Lage zu erkennenden Objekts reflektiert und gegebenenfalls mittels einer Empfangsoptik gebündelt und fokussiert. Danach wird das reflektierte Licht mittels des Lichtdetektors detektiert bzw. gegebenenfalls analysiert.

Erfindungsgemäß ist demnach erkannt worden, daß die Lage eines Objektes durch Reflexion des ausgesandten Lichtes direkt an der Oberfläche des Objekts erkannt werden kann. Je nach Oberflächenstruktur wird nämlich das Licht mit unterschiedlicher Intensität, d. h. stärker oder schwächer, reflektiert. Diese Intensitätsunterschiede können bei bekannter Oberflächenstruktur zur eindeutigen Identifizierung der Lage des Objekts dienen. Wesentlich ist jedenfalls, daß das Licht direkt an der Oberfläche des hinsichtlich der Lage zu erkennen- den Objekts reflektiert wird und daß keine zusätzlichen Reflektoren oder dgl. am Objekt angebracht werden müssen. Auch geringe Reflexionen lassen sich durch entsprechende Lichtdetektoren mühelos und reproduzierbar detektieren. Folglich lassen sich nach dem erfindungsgemäßen Verfahren Lichtsender und Lichtdetektor eng beieinander, d. h. in einer einzigen apparativen Einrichtung, anordnen. Der zur Durchführung des Verfahrens erforderliche Raum ist somit recht gering. Auch ist der apparative Aufwand insoweit erheblich reduziert, als am Objekt selbst keine Lichtdetektoren anzubringen sind.

In besonders vorteilhafter Weise wird das direkt durch die Oberfläche des Objekts reflektierte Licht über die gesamte Meßstrecke hinweg hinsichtlich der Lichtintensität detektiert. Sprünge im Signalverlauf des Lichtdetektors werden dann als Übergänge in der Oberflächenstruktur des Objekts oder als Objektanfang oder Objektende erkannt. Mit anderen Worten läßt sich das Objekt sowohl hinsichtlich seiner durch unterschiedliches Reflexionsvermögen gestarteten Oberfläche als auch hinsichtlich des jeweiligen Objektanfangs und Objektendes detektieren. Folglich läßt sich über die Meßstrecke hinweg ein Intensitätsprofil des reflektierten Lichts festlegen, so daß zur Lageerkennung nicht nur einzelne Punkte, sondern vielmehr das gesamte Intensitätsprofil der Meßstrecke herangezogen werden kann.

Alternativ oder ergänzend zu der Detektion der Lichtintensität des reflektierten Lichts kann auch das von der Lichtquelle ausgesandte Licht phasenmoduliert und das vom Objekt reflektierte Licht hinsichtlich der über die Meßstrecke durch unterschiedliche Distanzen zwischen Objekt und Detektor auftretenden Phasenverschiebung detektiert werden. Mit anderen Worten werden unterschiedliche Laufzeiten des Lichts zwischen der die Reflexion bewirkenden Oberfläche des Objekts und

dem Detektor berücksichtigt. Dies bedeutet wiederum, daß ein Oberflächenrelief des Objekts aufgrund unterschiedlicher Distanzen einzelner Punkte am Objekt zu dem Lichtsensor in besonders vorteilhafter Weise erkannt werden können. Insoweit spielen Streustrahlungen bzw. Lichteinflüsse aus der Umgebung eine nur untergeordnete Rolle. Die detektierten Phasenverschiebungen werden demnach — wie bei der Detektion der Lichtintensität — als Übergänge in der Oberflächenstruktur des Objekts oder als Objektanfang oder Objektende erkannt.

In weiter vorteilhafter Weise wird die Meßstrecke bzw. die Abtaststrecke, d.h. der Bereich, in dem der Lichtpunkt am Objekt vorzugsweise linear wandert, bei vorgegebener Entfernung des Lichtsenders zum Objekt durch eine dem Lichtsender nachgeordnete Blende oder dgl. begrenzt. Diese Blende bewirkt, daß das Auffachern des Lichts durch den drehbeweglichen Spiegel lediglich in einem bestimmten Winkelbereich zum Objekt gelangen kann, wodurch in Abhängigkeit von der Distanz zwischen Spiegel und Blende bzw. Blende und Objekt die Meßstrecke bzw. Abtaststrecke definiert wird.

Hinsichtlich der Weiterverarbeitung bzw. Auswertung des am Ausgang des Lichtdetektors anliegenden Signals ist es von Vorteil, wenn dieses einer Auswertelektronik zugeführt wird. Dort kann dieses Signal moduliert verstärkt und mit Referenzwerten verglichen werden, wobei es sich hier vorzugsweise um das gleiche Objekt betreffende Referenzwerte handelt, so daß die Lage des Objekts durch Vergleichen des gesamten "Meßmusters" erfolgt.

Damit nun der Abtastung über die Meßstrecke hinweg auch eine bestimmte Strecke am Objekt zugeordnet werden kann, wird in besonders vorteilhafter Weise die Zeit eines von einem im Strahlengang angeordneten weiteren Detektor ausgelösten Startimpulses bis zum definierten Sprung des Ausgangssignals im Signalverlauf über eine Zähllogik ermittelt. Dieser weitere Lichtdetektor detektiert also — wie der originär zur Lageerkennung dienende Lichtdetektor — direkt vom Objekt reflektiertes Licht. Sobald dieser Detektor reflektiertes Licht feststellt oder nach einer vorgebbaren zeitlichen Verzögerung des ersten Empfangens reflektierten Lichts löst dieser Detektor den Startimpuls zum Beginn der Messung bzw. des Abtastens über die Meßstrecke hinweg aus. Jeder definierte Sprung des Ausgangssignals, d.h. jede Änderung entweder in der Intensität des reflektierten Lichts oder jede ermittelte Phasenverschiebung im Signalverlauf läßt sich über die Zähllogik zeitlich definieren, so daß im zeitlichen Signalverlauf diese Intensitätsprünge bzw. Änderungen in der Phasenverschiebung lokalisierbar sind. Der über die Zähllogik ermittelte Zeit wird dann über einen entsprechenden Kalibrierfaktor eine — abgetastete — Strecke zugeordnet. Folglich wird bei gegebener Meßanordnung vorgegeben in welcher Zeit eine bestimmte Strecke der Meßstrecke abgetastet wird und welcher Distanz dies am Objekt entspricht. Der Kalibrierfaktor wird durch Abtasten des um eine vorgegebene Strecke linear bewegten Objekts ermittelt und in einem Datenspeicher abrufbar abgelegt. Dieser Kalibrierfaktor ist jedenfalls am Objekt selbst zu ermitteln, so daß bei gegebener Meßanordnung der Signalverlauf den vom Lichtpunkt zurückgelegten Strecken zugeordnet werden kann. Ebenso ist es denkbar, daß zur Kalibrierung ein Referenzobjekt verwendet wird, wobei dieses Referenzobjekt gleichermäßen zur Meßeinrichtung auszuwählen sein muß.

In weiter vorteilhafter Weise können die über die Meßstrecke erhaltenen Ausgangssignale mit in einem Datenspeicher abgelegten, dem Oberflächenmuster eines Referenzobjektes entsprechenden Ausgangssignalen des Lichtdetektors verglichen werden. Die Lage des Objekts wurde dann aufgrund eines Vergleichs der die Meßstrecke insgesamt betreffenden Ausgangssignale ermittelt werden. Anstelle des Referenzobjekts könnte es sich hierbei auch um das Objekt selbst handeln, das im Rahmen eines Kalibriervorgangs bzw. einer sogenannten Nullmessung "aufgenommen" bzw. vermessen wird. Wie bereits zuvor erwähnt, würde die Lageerkennung dann aufgrund der Ausgangssignale über die gesamte Meßstrecke hinweg erfolgen, wodurch die Fehlerwahrscheinlichkeit aufgrund eines jeweils typischen Abtastmusters wesentlich verringert ist.

Bei dem ausgesandten Licht handelt es sich insbesondere zur Realisierung eines abtastenden Lichtpunktes mit sehr kleinem Durchmesser um einen Laserstrahl, d.h. um monochromatisches, kohärentes Licht mit hoher Energiedichte, das stark gebündelt ist und nur wenig divergiert. Die direkte Abtastung des Objektes erfolgt dann entsprechend nach dem für sich bekannten Laserscannerprinzip. Auch hier ist — reflektiert an den voranstehend erörterten Merkmalen — wesentlich, daß der Laserstrahl bzw. der auf der Meßstrecke wandernde Laser-Lichtpunkt direkt durch die Oberfläche des Objekts reflektiert wird, so daß keine weiteren apparativen Ausrüstungen bzw. keine Manipulationen am Objekt erforderlich sind.

Weiter erfindungsgemäß wird ein Verfahren zur Prüfung von Stoßdämpfern eines Kraftfahrzeugs angegeben, wobei die Eintauchtiefe bzw. das Einschwingen des Kraftfahrzeugs nach einem Fall aus vorgegebener Höhe nach Eindrücken der Stoßdämpfer oder nach Anheben der Karosserie ermittelt und mit der Qualität der Stoßdämpfer korreliert wird. In erfindungsgemäßer Weise wird zur zeitabhängigen Lageerkennung der Karosserie während des Einschwingens ein über eine definierte Meßstrecke am Kraftfahrzeug reflektierter Lichtstrahl gemäß einem der Ansprüche 1 bis 10 detektiert.

In besonders vorteilhafter Weise erstreckt sich die gemäß voranstehender Erörterung definierte bzw. gebildete Meßstrecke im wesentlichen parallel zur Stoßdämpferachse zumindest teilweise über den Kotflügel und das Rad. Dies hat zur Folge, daß der abtastende Lichtpunkt im Bereich der Meßstrecke sowohl den Kotflügel als auch das Rad abtastet. Insbesondere der Übergang zwischen Kotflügel und Rad ergibt eine gänzlich andere Reflexion oder gar Absorption des Lichts. Gleiches gilt für den Reifen. Der Übergang zwischen Reifen und Felge liefert dann wieder einen erheblichen Signalsprung, so daß zumindest bei Intensitätsmäßiger Detektion dieser Übergang eindeutig feststellbar ist. Anhand der sich so ergebenden Fixpunkte auf der Meßstrecke läßt sich die Lage des Kraftfahrzeugs insgesamt eindeutig nachweisen.

Zum Kalibrieren bzw. zur Ermittlung eines von einem Referenzpunkt am Kraftfahrzeug zurückgelegten Weges entsprechend unterschiedlicher Lokalisierungen von identischen Ausgangssignalen wird das zu prüfende Fahrzeug um eine definierte Strecke angehoben oder heruntergedrückt. Dabei wird der Bereich der Meßstrecke insgesamt abgetastet und somit der Zeitverlauf der Ausgangssignale ermittelt. Über den zeitlichen Signalverlauf läßt sich somit unter Berücksichtigung des gewonnenen Kalibrierungsfaktors entsprechend voranstehender Erörterung eine zwischen zwei markanten

Punkten bzw. Fixpunkten abgetastete Strecke und somit auch eine von einem Fixpunkt durch die Bewegung des Kraftfahrzeugs zurückgelegte Strecke eindeutig bestimmen.

In weiter vorteilhafter Weise wird das lichtoptische Abtastergebnis eines Kraftfahrzeugtyps, insbesondere eines Kraftfahrzeugtyps mit ordnungsgemäßen neuen Stoßdämpfern, bzw. werden die entsprechenden Ausgangssignale des Lichtdetektors im Sinne eines Meßmusters zum steten Vergleich mit Ausgangssignalen des Lichtdetektors aus jeweiligen Prüfungen in einem Datenspeicher abgelegt. Die Lage des Kraftfahrzeugs wird dann anhand eines Vergleichs des aus der Prüfung fließenden Abtastmusters mit dem Meßmuster erkannt. Hier dienen dann nicht nur bestimmte markante Intensitätsübergänge, d. h. Fixpunkte, zur Lageerkennung, sondern wird vielmehr das komplette Abtastmuster hinzugezogen, wodurch sich die Lageunterschiede bzw. die Lageänderungen in der Ausschwingphase eindeutig erkennen lassen.

Hinsichtlich einer optischen Überprüfung der Messung bzw. des Ausschwingens des Kraftfahrzeuges ist es von besonderem Vorteil, wenn das als Referenz dienende Meßmuster dem aus der jeweiligen Prüfung fließenden Abtastmuster in graphischer Darstellung der Ausgangssignale auf einem Monitor, einem Plotter oder Drucker zum Vergleich überlagerbar ist. Auch könnte der zeitliche Ablauf des Einschwingverhaltens in bestimmten Zeitabständen durch Überlagerung der sich jeweils ergebenden Abtastmuster erfolgen, so daß die im Zeitablauf erfolgende Lageänderung stets überwacht werden kann. Zur vereinfachten Darstellung könnte ein besonders markanter Punkt eines Intensitätsunterschieds des reflektierten Lichts, beispielsweise der Übergang zwischen Kotflügel und Radkasten, im Bewegungsablauf dargestellt werden, so daß dadurch das Ausschwingverhalten durch jeweils nur einen Meßpunkt zu einer Ausschwingkurve zusammengesetzt und so dargestellt wird.

Insbesondere hinsichtlich eines automatischen Prüfens von Stoßdämpfern ist es von besonderem Vorteil, wenn der Meßvorgang nach Anheben oder Niederdrücken des Kraftfahrzeugs zur Kalibrierung des Meßsystems mit dem Fallenlassen des Kraftfahrzeugs automatisch erfolgt. Dieser Meßvorgang kann dann beispielsweise die gesamte Ausschwingphase des Kraftfahrzeugs umfassen, wobei die Messung bzw. Lichtdetektion entsprechend voranstehender Ausführungen erfolgt.

Nun werden beispielsweise beim TÜV oder in Autowerkstätten täglich zahlreiche Kraftfahrzeuge hinsichtlich der Funktionsfähigkeit ihrer Stoßdämpfer überprüft. Folglich wäre es insbesondere im Hinblick auf eine eindeutige Zuordnung der Meßergebnisse zu den jeweils geprüften Kraftfahrzeugen von besonderem Vorteil, wenn diese gleich bei der Messung bzw. Prüfung identifiziert werden könnten. Dazu könnte vorzugsweise am Rand der Meßstrecke, insbesondere am Kotflügel des Kraftfahrzeugs, ein lichtlesbares Identifizierungsmerkmal angebracht sein. Dabei könnte es sich in weiter vorteilhafter Weise um einen sogenannten Barcode handeln, der beispielsweise auf der Vorderseite einer Magnetfolie aufgedruckt sein könnte, die wiederum einfach am Kotflügel losbar angeheftet werden kann. Das Lesen des Barcodes würde dann über den gleichen Lichtdetektor erfolgen, der auch sonstige unterschiedlich reflektierende Bereiche hinsichtlich der reflektierten Lichtintensität oder hinsichtlich der auftre-

tenden Phasenverschiebung detektiert.

Zur Durchführung des zuvor erläuterten Verfahrens wird die hier zugrundeliegende Aufgabe des Erfinders durch die Merkmale des Patentanspruchs 13 gelöst. Danach ist eine Vorrichtung zur Lageerkennung Lichtreflektierender Objekte, insbesondere zur Lageerkennung der Kraftfahrzeugkarosserie bei der Prüfung von Stoßdämpfern eines Kraftfahrzeugs, vorzugsweise zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 11, mit einem Lichtsender zum Aussenden von Licht zu dem Objekt, einem drehbeweglichen Spiegel zum Ablenken und Auffachern des Lichts zum Objekt hin, gegebenenfalls einer dem Lichtsender und Spiegel nachgeordneten Sendeoptik zum Bündeln bzw. Fokussieren des ausgesandten Lichts zur Vorgabe der Meßstrecke, gegebenenfalls einer Empfangsoptik zum Bündeln und Fokussieren des reflektierten Lichts und einem Lichtdetektor zum Detektieren des reflektierten Lichts ausgestattet.

In erfindungsgemäßer Weise wird das Licht direkt an der Oberfläche des Objekts reflektiert. Das reflektierte Licht wird dann über die gesamte Meßstrecke hinweg hinsichtlich der Lichtintensität und/oder hinsichtlich auftretender Phasenunterschiede detektiert, so daß Sprünge im Signalverlauf des Lichtdetektors als Übergänge in der Oberflächenstruktur des Objekts oder als Objektanfang bzw. Objektende erkennbar sind. Wesentlich ist hier jedenfalls, daß einerseits das vom Lichtsender ausgesandte Licht direkt von der Oberfläche des Objekts reflektiert wird, daß also keine weiteren Vorkehrungen zur Reflexion des Lichts vorgesehen sind, und daß die gesamte Meßstrecke hinsichtlich der Lichtintensität oder auftretender Phasenunterschiede detektierbar ist, so daß nicht nur einzelne Meßpunkte, sondern das gesamte Meßmuster zur Beurteilung der Lage des Objekts herangezogen werden.

Zur Vorgabe bzw. Begrenzung der Meßstrecke, d. h. zum Definieren der am Objekt abzutastenden Strecke, ist dem Lichtsender und gegebenenfalls dem Spiegel eine Blende nachgeordnet. Dabei kann es sich beispielsweise um eine einfache Lochblende handeln.

Des weiteren ist dem Lichtdetektor in vorteilhafter Weise eine Auswerteelektronik nachgeschaltet, so daß das am Ausgang des Lichtdetektors anliegende Signal in der Auswerteelektronik gegebenenfalls moduliert, verstärkt und mit Referenzwerten verglichen werden kann. Diese Auswerteelektronik enthält entsprechend mindestens einen den Vergleich durchführenden Prozessor.

In weiter vorteilhafter Weise ist im Strahlengang des Lichts ein zweiter Lichtdetektor vorgesehen, der zur Auslösung eines Startimpulses dient. Oder eine in der Auswerteelektronik implizierte Zähllogik ist dann die Zeit vom Auslösen des Startimpulses bis hin zu einem definierten Sprung des Ausgangssignals des Lichtdetektors — ungeachtet welcher Natur — ermittelbar. Auch insoweit wird auf die das Verfahren betreffenden Ausführungen verwiesen.

Des weiteren ist ein Datenspeicher zum Speichern und Lesen von Kalibrierungsfaktoren vorgesehen. Die Kalibrierungsfaktoren dienen zur Berechnung einer abgetasteten Strecke aus der über die Zähllogik ermittelten Zeit. Folglich wird mittels der Kalibrierungsfaktoren von der vom Lichtpunkt zurückgelegten Zeit auf die entsprechende Strecke geschlossen. Entsprechend läßt sich auch der von der Kraftfahrzeugkarosserie während des Ausschwingens zurückgelegte Weg ermitteln.

In besonders vorteilhafter Weise dient der für den Kalibrierungsfaktor zur Verfügung gestellte Datenspei-

cher auch zur Speicherung von Referenzmessungen betreffend Ausgangsdaten des Lichtdetektors. Diese Ausgangsdaten sind dann mittels eines Prozessors mit Ausgangsdaten aktueller Abtastmuster vergleichbar, so daß die Lageerkennung aufgrund eines Vergleichs kompletter Abtastmuster erfolgt.

Insbesondere und in insoweit vorteilhafter Weise handelt es sich bei dem hinsichtlich seiner Lage zu erkennenden Objekt um ein Kraftfahrzeug. Entsprechend sind der Lichtsender, der Spiegel, die Sendeoptik und gegebenenfalls die Blende derart zum Kraftfahrzeug ausgerichtet und zum Kraftfahrzeug entsprechend beabstandet, daß sich die Meßstrecke im wesentlichen parallel zur Stoßdämpferachse und zumindest teilweise über den Kotflügel und das Rad erstreckt. Insoweit ist ein direkter Bezug zu dem zu prüfenden Stoßdämpfer hergestellt und die Relativbewegung zwischen Karosserie und Rad bzw. Felge dient zur Beurteilung der Stoßdämpferqualität, indem nämlich dadurch das Ausschlagverhalten der Karosserie überprüft werden kann.

Schließlich weist die erfindungsgemäße Vorrichtung ein zur Identifizierung des zu prüfenden Kraftfahrzeugs dienendes Zubehör auf, nämlich ein Identifizierungsmerkmal zur Anbringung an den Kotflügel des Kraftfahrzeugs. Dieses Identifizierungsmerkmal dient zur lichtoptischen Identifizierung des Kraftfahrzeugs und wird in weiter vorteilhafter Weise von dem gleichen Lichtsensor gelesen, der auch die voranstehend erläuterte Messung über die Meßstrecke hinweg durchführt. Entsprechend ist das Identifizierungsmerkmal irgendwo im Bereich der Meßstrecke anzuordnen, vorzugsweise am oberen oder unteren Ende der Meßstrecke.

Es gibt nun verschiedene Möglichkeiten, die Lehre der vorliegenden Erfindung in vorteilhafter Weise auszugestalten und weiterzubilden. Dazu ist einerseits auf die den Patentansprüchen 1, 11 und 17 nachgeordneten Ansprüche, andererseits auf die nachfolgende Erläuterung von Ausführungsbeispielen der Erfindung anhand der Zeichnung zu verweisen. In Verbindung mit der Erläuterung der bevorzugten Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand der Zeichnung werden auch im allgemeinen bevorzugte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Lehre erläutert. In der Zeichnung zeigt

Fig. 1 in einer schematischen Darstellung ein erstes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Lageerkennung Licht reflektierender Objekte am Beispiel der Lageerkennung der Kraftfahrzeugkarosserie bei der Prüfung von Stoßdämpfern eines Kraftfahrzeugs.

Fig. 2 in einer schematischen Darstellung ein zweites Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Lageerkennung Licht reflektierender Objekte am Beispiel der Lageerkennung der Kraftfahrzeugkarosserie bei der Prüfung von Stoßdämpfern eines Kraftfahrzeugs.

Fig. 3 in einem Blockschaltbild, schematisch, die funktionelle Verknüpfung der einzelnen Funktionselemente der in den Fig. 1 und 2 dargestellten Vorrichtungen und

Fig. 4 in einem Diagramm die lichtoptisch ermittelte Verschiebung von Fixpunkten beim Niederdruck in des Kraftfahrzeugs bzw. der Kraftfahrzeugkarosserie.

Die Fig. 1 und 2 zeigen jeweils für sich eine Vorrichtung zur Lageerkennung Licht reflektierender Objekte, wobei es sich hier um die Lageerkennung einer Kraftfahrzeugkarosserie 1 bei der Prüfung von in den Figuren nicht gezeigten Stoßdämpfern eines Kraftfahrzeugs handelt. Die in Rede stehenden Figuren zeigen jeweils

einen Lichtsender 2 zum Aussenden von Licht bzw. Lichtstrahlen 3 zu dem Objekt bzw. der Kraftfahrzeugkarosserie 1. Bei dem Lichtsender 2 handelt es sich im hier gewählten Ausführungsbeispiel um einen Laser. Zum Ablenken und Auffachern des Lichts zur Kraftfahrzeugkarosserie 1 hin ist ein drehbeweglicher Spiegel 4 vorgesehen. Bei dem in Fig. 2 gezeigten Ausführungsbeispiel ist zwischen dem Lichtsender 2 und dem Spiegel 4 eine als Kollimator bezeichnete Sendeoptik 5 zum Bündeln bzw. Fokussieren des ausgesandten Lichts vorgesehen. Wäre die Sendeoptik 5 dem Spiegel 4 nachgeordnet, so diente die Sendeoptik 5 auch zur Vorgabe der als Meßstrecke 6 bezeichneten Abtaststrecke. Des weiteren ist eine Empfangsoptik 7 zum Bündeln und fokussieren des reflektierten Lichts vorgesehen, wobei diese Empfangsoptik 7 nicht zwingend erforderlich ist. Schließlich dient ein Lichtdetektor 8 zum Detektieren des reflektierten Lichts.

Darüber hinaus ist in Fig. 2 angedeutet, daß der Spiegel 4 durch einen Motor 9 drehangetrieben ist. Sowohl die Drehzahl des Motors 9 als auch die Anzahl der im hier gewählten Ausführungsbeispiel in etwa ringförmig angeordneten Spiegelflächen 10 sind für die Wiederholfrequenz der Abtastung im Bereich der Meßstrecke 6 verantwortlich.

Erfindungsgemäß wird das Licht bzw. werden die Lichtstrahlen 3 direkt an der Oberfläche 11 der Kraftfahrzeugkarosserie 1 bzw. der Felge 12 reflektiert. Das reflektierte Licht wird über die gesamte Meßstrecke 6 hinweg entweder hinsichtlich der Lichtintensität und/oder hinsichtlich auftretender Phasenunterschiede detektiert. Sprünge im Signalverlauf des Lichtdetektors 8 werden entsprechend als Übergänge der Oberflächenstruktur, der Kraftfahrzeugkarosserie 1 bzw. der Felge 12 oder als Anfang bzw. Ende der Kraftfahrzeugkarosserie 1 bzw. der Felge 12 erkannt.

Die Fig. 1 und 2 zeigen des weiteren, daß dem Lichtsender 2 und dem Spiegel 4 eine Blende 13 zur Vorgabe bzw. Begrenzung der Meßstrecke 6 nachgeordnet ist.

Fig. 3 zeigt im Rahmen eines möglichen Schaltprinzips, daß das am Ausgang des Lichtdetektors 8 anliegende Signal einer Auswertelektronik 14 zugeführt wird. Dort wird das Ausgangssignal gegebenenfalls moduliert, verstärkt und — falls erwünscht — mit Referenzwerten verglichen.

Des weiteren ist im Strahlengang des Lichts ein weiterer Lichtdetektor 15 angeordnet, der zur Auslösung eines Startimpulses dient. Über eine in der Auswertelektronik 14 implizierte oder gesondert vorgesehene Zähllogik 16 wird die Zeit vom Auslösen des Startimpulses bis hin zu einem definierten Sprung des Ausgangssignals, d. h. bis hin zu einer definierten Minderung der Lichtintensität oder bis hin zum Auftreten einer definierten Phasenverschiebung, ermittelt. Ebenso kann — wie in Fig. 2 dargestellt — ein dritter Lichtdetektor 17 vorgesehen sein, der ein Endesignal zur Begrenzung der Meßstrecke auslöst. Ein Datenspeicher 18 dient zum Speichern und Lesen von Kalibrierungsfaktoren, wobei die Kalibrierungsfaktoren zur Berechnung einer abgetasteten Strecke aus der über die Zähllogik 16 ermittelten Zeit dient. Der Datenspeicher 18 könnte auch zur Speicherung von Referenzmessungen betreffenden Ausgangsdaten des Lichtdetektors 15 dienen. Diese Ausgangsdaten könnten dann mittels eines Prozessors mit Ausgangsdaten aktueller Abtastmuster vergleichbar sein.

Schließlich könnte an den Kotflügel 19 an den Reifen 20 oder an die Felge 12 ein Identifizierungsmerkmal 21

angebracht werden, das zur lichtoptischen Identifizierung des Kraftfahrzeugs dient. Im hier gewählten Ausführungsbeispiel ist das Identifizierungsmerkmal 21 am Kotflügel 19 der Kraftfahrzeugkarosserie 1 angebracht.

Fig. 4 zeigt geplottete Meßergebnisse an einer Kraftfahrzeugkarosserie in zwei Positionen, d. h. zwei Serien von Ausgangsspannungen des Lichtdetektors 8 über die gesamte Meßstrecke hinweg, wobei die Kotflügelkante bzw. der Übergang vom Kotflügel zum Reifen 11 besonders markanter Intensitätszunahme erkennbar ist. Der Abstand zwischen den entsprechenden Peaks entspricht dem von der Kraftfahrzeugkarosserie durchgeführten Hub.

Hinsichtlich des erfindungsgemäßen Verfahrens wird auf die Ausführungen im allgemeinen Teil der Beschreibung verwiesen.

Abschließend sei nochmals darauf hingewiesen, daß die voranstehende Beschreibung zweier Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung die erfindungsgemäße Lehre nicht auf die gewählten Ausführungsbeispiele einschränkt.

#### Bezugszeichen

- |  |    |
|--|----|
| 1 Objekt: Kraftfahrzeugkarosserie      | 25 |
| 2 Lichtsender                          |    |
| 3 Lichtstrahl                          |    |
| 4 Spiegel                              |    |
| 5 Sendeoptik                           |    |
| 6 Meßstrecke                           |    |
| 7 Empfangsoptik                        | 30 |
| 8 Lichtdetektor                        |    |
| 9 Motor (des Spiegels)                 |    |
| 10 Spiegelfläche                       |    |
| 11 Oberfläche (des Objekts)            | 35 |
| 12 Felge                               |    |
| 13 Blende                              |    |
| 14 Auswerteelektronik                  |    |
| 15 Lichtdetektor (für den Startimpuls) |    |
| 16 Zahllogik                           | 40 |
| 17 Lichtdetektor (für den Endimpuls)   |    |
| 18 Datenspeicher                       |    |
| 19 Kotflügel                           |    |
| 20 Reifen                              |    |
| 21 Identifizierungsmerkmal             | 45 |

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur Lageerkennung Licht reflektierender Objekte, wobei von einem Lichtsender (2) ausgesandtes und am Objekt (1) zumindest teilweise reflektiertes Licht von einem Lichtdetektor (8) detektiert wird, gekennzeichnet durch folgende Verfahrensschritte:

Aussenden des Lichts durch den Lichtsender (2);  
Ablenken des Lichts durch einen drehbeweglichen Spiegel (4) in Richtung des Objekts (1) und Auffächern des Lichts auf eine vorgegebene Meßstrecke (6), so daß an der Oberfläche (11) des Objekts (1) ein entsprechend der Winkelstellung des Spiegels (4) über die Meßstrecke (6) mit vorgegebener Frequenz vorzugsweise linear abtastender Lichtpunkt entsteht.

ggf. Bündeln bzw. Fokussieren des Lichts durch eine Sendeoptik (5) vor oder nach dem Spiegel (4);  
zumindest teilweises Reflektieren des Lichts direkt durch die Oberfläche (11) des hinsichtlich der Lage zu erkennenden Objekts (1);

ggf. Bündeln bzw. Fokussieren der durch die Oberfläche (11) des Objekts (1) reflektierten Lichts mittels einer Empfangsoptik (7);  
Detektieren des reflektierten Lichts mittels des Lichtdetektors (8).

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das reflektierte Licht über die gesamte Meßstrecke (6) hinweg hinsichtlich der Lichtintensität detektiert wird, wobei Sprünge im Signalverlauf des Lichtdetektors (8) als Übergänge in der Oberflächenstruktur des Objekts (1) oder als Objektanfang oder Objektende erkannt werden.

3. Verfahren nach Anspruch 1 und ggf. nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß das von dem Lichtsender (2) ausgesandte Licht phasenmoduliert ist und daß das reflektierte Licht hinsichtlich der über die Meßstrecke (6) durch unterschiedliche Distanzen zwischen Objekt (1) und Lichtdetektor (8), d. h. durch unterschiedliche Laufzeiten des Lichts, auftretenden Phasenverschiebung detektiert wird, wobei die detektierten Phasenverschiebungen als Übergänge in der Oberflächenstruktur des Objekts (1) oder als Objektanfang oder Objektende erkannt werden.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Meßstrecke (6) bzw. Abtaststrecke bei vorgegebener Entfernung zum Objekt (1) durch eine dem Lichtsender (2) nachgeordnete Blende (13) oder dgl. begrenzt wird.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß das am Ausgang des Lichtdetektors (8) anliegende Signal einer Auswerteelektronik (14) zugeführt und dort ggf. moduliert, verstärkt und mit Referenzwerten verglichen wird.

6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Zeit eines von einem im Strahlengang angeordneten weiteren Lichtdetektor (15) ausgelösten Startimpulses bis zum definierten Sprung des Ausgangssignals im Signalverlauf über eine Zahllogik (16) ermittelt wird und daß über einen entsprechenden Kalibrierfaktor der ermittelten Zeit eine abgetastete Strecke zugeordnet wird.

7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Kalibrierfaktor durch Abtasten des um eine vorgegebene Strecke linear bewegten Objekts (1) ermittelt und in einem Datenspeicher (18) abrufbar abgelegt wird.

8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß zur Kalibrierung ein Referenzobjekt verwendet wird.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die über die Meßstrecke (6) erhaltenen Ausgangssignale mit in einem Datenspeicher (18) abgelegten, dem Oberflächenmuster eines Referenzobjekts entsprechenden Ausgangssignalen des Lichtdetektors (8) verglichen werden und daß die Lage des Objekts (1) aufgrund eines Vergleichs der die Meßstrecke (6) insgesamt betreffenden Ausgangssignale ermittelt wird.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß es sich bei dem ausgesandten Licht um einen Laserstrahl handelt und daß die direkte Abtastung des Objekts (1) nach dem Laser-Scannerprinzip erfolgt.

11. Verfahren zur Prüfung von Stoßdämpfern eines Kraftfahrzeugs, wobei die Eintauchtiefe bzw. das Ausschlagen des Kraftfahrzeugs nach einem Fall

aus einer vorgegebenen Höhe, nach Eindringen der Stoßdampfer oder nach Anheben der Karosserie (1) ermittelt und mit der Qualität der Stoßdampfer korreliert wird, dadurch gekennzeichnet, daß zur zeitabhängigen Lageerkennung der Karosserie (1) während des Ausschlagens ein über eine definierte Meßstrecke (6) am Kraftfahrzeug reflektierter Lichtstrahl (3) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 10 detektiert wird.

12. Verfahren nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß sich die Meßstrecke (6) im wesentlichen parallel zur Stoßdampferachse zumindest teilweise über den Kotflügel (19) und das Rad (20) erstreckt.

13. Verfahren nach Anspruch 11 oder 12, dadurch gekennzeichnet, daß zum Kalibrieren das zu prüfende Fahrzeug um eine definierte Strecke angehoben oder heruntergedrückt wird und daß dabei die Meßstrecke (6) abgetastet und somit der Zeitverlauf der Ausgangssignale ermittelt wird.

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß das lichtoptische Abtastergebnis eines Kraftfahrzeugtyps, insbesondere eines Kraftfahrzeugtyps mit ordnungsgemäßen neuen Stoßdämpfern, bzw. die entsprechenden Ausgangssignale des Lichtdetektors (8), im Sinne eines Meßmusters zum steten Vergleich mit Ausgangssignalen des Lichtdetektors (8) aus jeweiligen Prüfungen in einem Datenspeicher (18) abgelegt ist bzw. sind und daß die Lage des Kraftfahrzeugs anhand eines Vergleichs des aus der Prüfung fließenden Abtastmusters mit dem Meßmuster erkannt wird.

15. Verfahren nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß das Meßmuster dem aus der Prüfung fließenden Abtastmuster in graphischer Darstellung der Ausgangssignale auf einem Monitor, einem Plotter oder Drucker zum Vergleich überlagerbar ist.

16. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß der Meßvorgang nach Anheben oder Niederdrücken des Kraftfahrzeugs zur Kalibrierung des Meßsystems mit dem Fallklassen des Kraftfahrzeugs automatisch erfolgt und vorzugsweise die gesamte Ausschlagphase umfaßt.

17. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß zur Identifizierung des jeweils zu prüfenden Kraftfahrzeugs vorzugsweise am Rand der Meßstrecke (6), insbesondere am Kotflügel (19), ein leichtesbares Identifizierungsmerkmal (21), vorzugsweise ein Barcode, angebracht wird.

18. Vorrichtung zur Lageerkennung Licht reflektierender Objekte, insbesondere zur Lageerkennung der Kraftfahrzeugkarosserie (1) bei der Prüfung von Stoßdämpfern eines Kraftfahrzeugs, vorzugsweise zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 17, mit einem Lichtsender (2) zum Aussenden von Licht zu dem Objekt, einem drehbeweglichen Spiegel (4) zum Ablenken und Auffachern des Lichts zum Objekt hin, ggf. einer Sendeoptik (5) zum Bündeln bzw. Fokussieren des ausgesandten Lichts zur Vorgabe der Meßstrecke (6), ggf. einer Empfangsoptik (7) zum Bündeln und Fokussieren des reflektierten Lichts und einem Lichtdetektor (8) zum Detektieren des re-

flektierten Lichts, dadurch gekennzeichnet, daß das Licht direkt an der Oberfläche (11) des Objekts reflektiert wird, daß das reflektierte Licht über die gesamte Meßstrecke (6) hinweg hinsichtlich der Lichtintensität und/oder hinsichtlich auftretender Phasenunterschiede detektierbar ist und daß Sprünge im Signalverlauf des Lichtdetektors (8) als Übergänge in der Oberflächenstruktur des Objekts oder als Objektanfang bzw. Objektende erkennbar sind.

19. Vorrichtung nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, daß dem Lichtsender (2) und ggf. Spiegel (4) eine Blende (13) zur Vorgabe bzw. Begrenzung der Meßstrecke (6) nachgeordnet ist.

20. Vorrichtung nach Anspruch 18 oder 19, dadurch gekennzeichnet, daß dem Lichtdetektor (8) eine Auswerteelektronik (14) nachgeschaltet ist und daß das am Ausgang des Lichtdetektors (8) anliegende Signal in der Auswerteelektronik (14) ggf. modulierbar, verstärkbar und mit Referenzwerten vergleichbar ist.

21. Vorrichtung nach Anspruch 20, dadurch gekennzeichnet, daß im Strahlengang des Lichts ein Lichtdetektor (15) zur Auslösung eines Startimpulses vorgesehen ist und daß die Zeit vom Auslösen des Startimpulses bis hin zu einem definierten Sprung des Ausgangssignals des Lichtdetektors (8) über eine in der Auswerteelektronik (14) implizierte Zähllogik (16) ermittelbar ist.

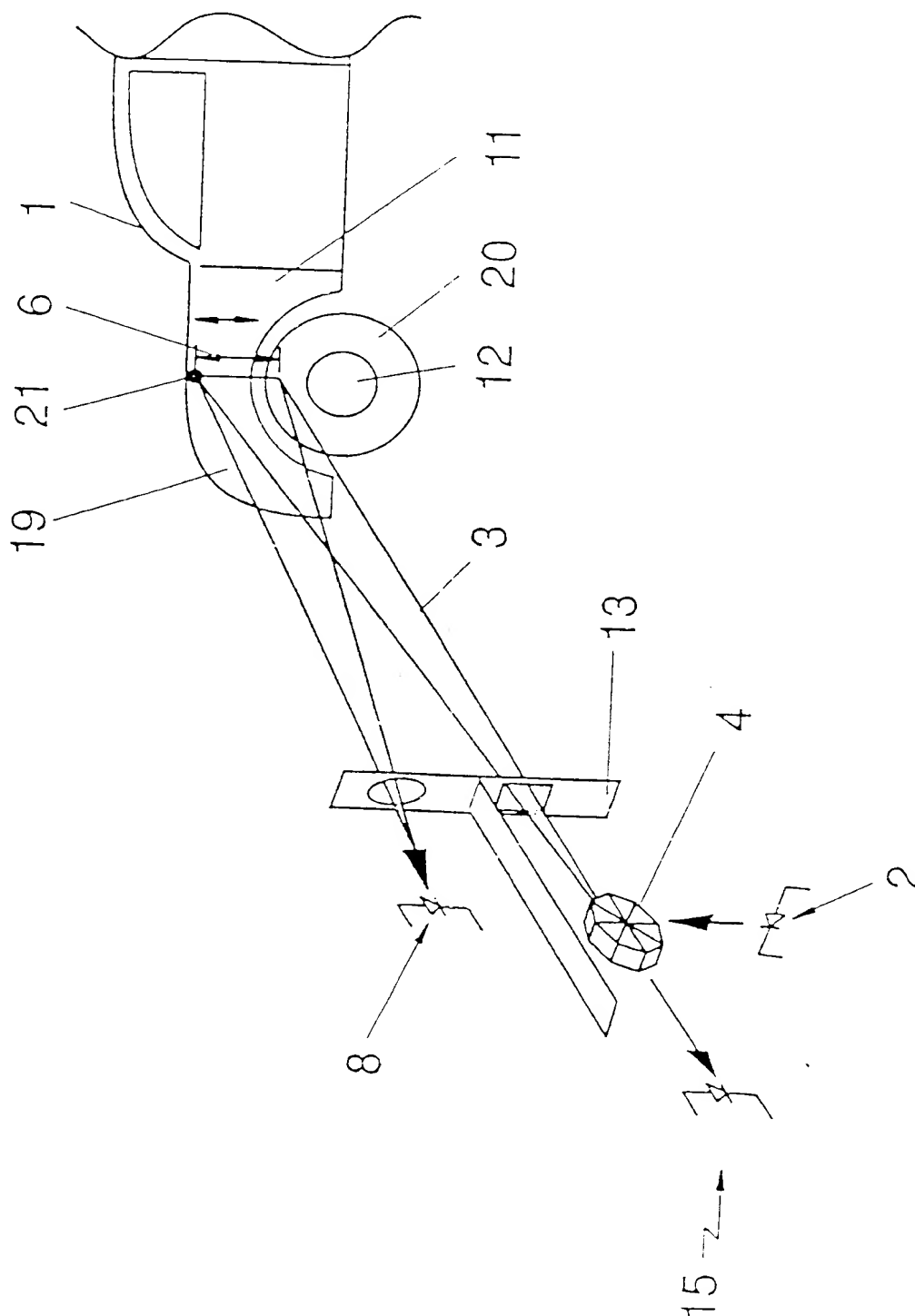
22. Vorrichtung nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, daß ein Datenspeicher (18) zum Speichern und Lesen von Kalibrierungsfaktoren vorgesehen ist und daß die Kalibrierungsfaktoren zur Berechnung einer abgetasteten Strecke aus der über die Zähllogik (16) ermittelten Zeit dient.

23. Vorrichtung nach Anspruch 22, dadurch gekennzeichnet, daß der Datenspeicher (18) auch zur Speicherung von Referenzmessungen betreffenden Ausgangsdaten des Lichtdetektors (8) dient und daß diese Ausgangsdaten mittels eines Prozessors mit Ausgangsdaten aktueller Abtastmuster vergleichbar sind.

24. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 13 bis 23, wobei es sich bei dem Objekt um ein Kraftfahrzeug handelt, dadurch gekennzeichnet, daß der Lichtsender (2), der Spiegel (4), die Sendeoptik (5) und ggf. die Blende (13) derart zum Kraftfahrzeug ausgerichtet und entsprechend beabstandet sind, daß sich die Meßstrecke (6) im wesentlichen parallel zur Stoßdampferachse und zumindest teilweise über den Kotflügel (19) und das Rad (20) erstreckt.

25. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 18 bis 24, dadurch gekennzeichnet, daß ein Identifizierungsmerkmal (21) zur Anbringung an den Kotflügel (19) vorgesehen ist und daß das Identifizierungsmerkmal (21) zur lichtoptischen Identifizierung des Kraftfahrzeugs dient.

Hierzu 4 Seiten Zeichnungen





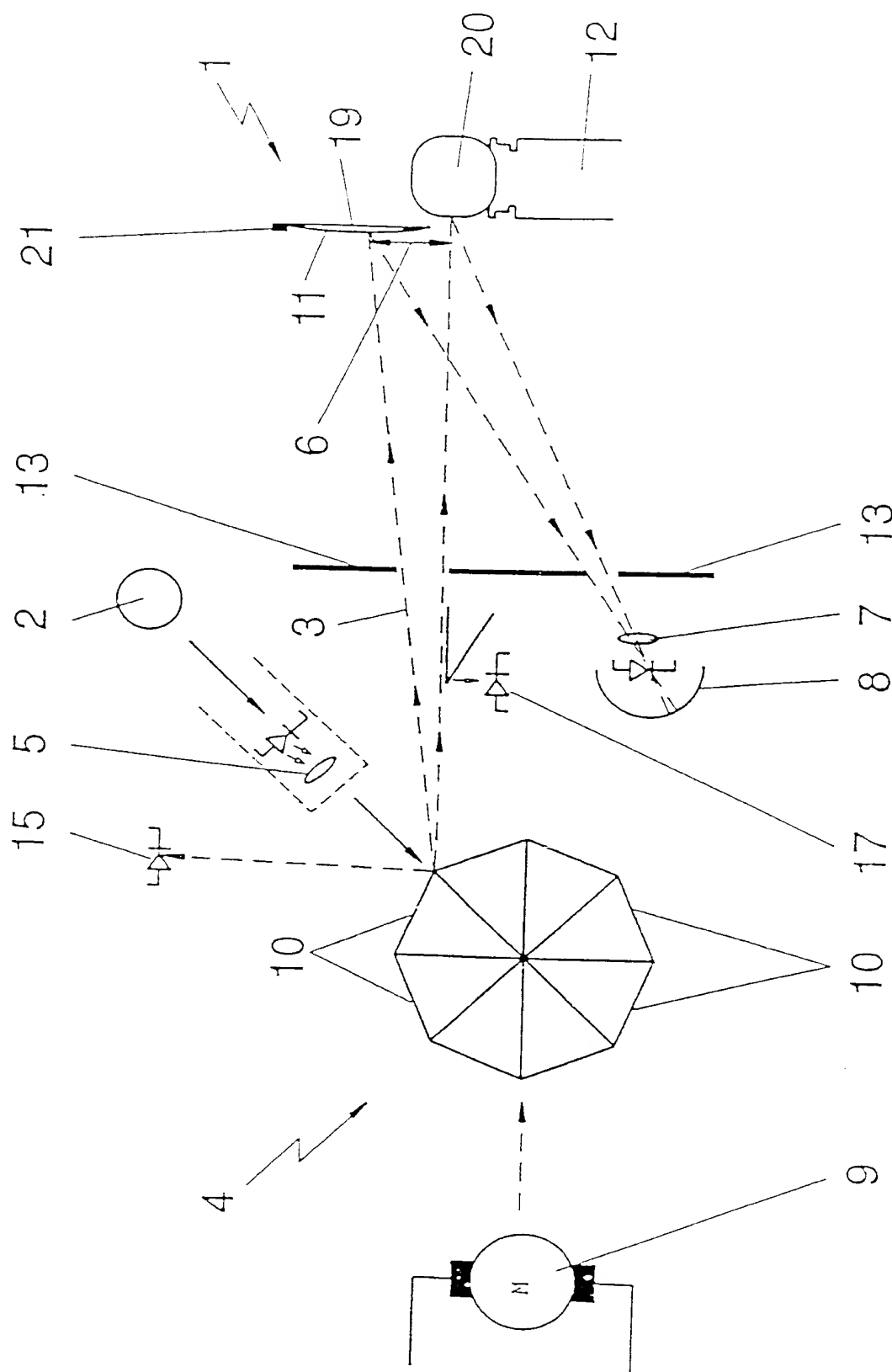


Fig. 2



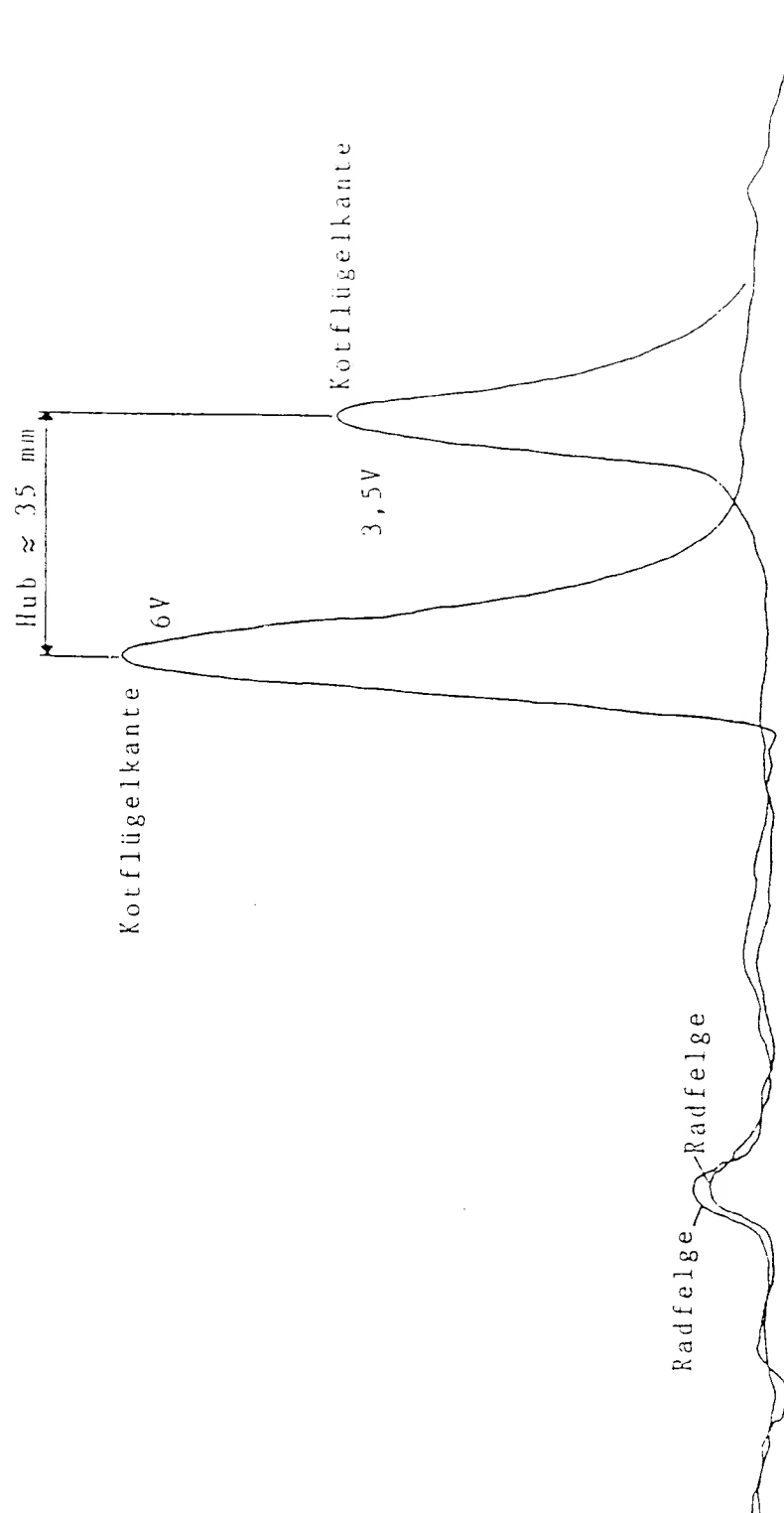


Fig. 4

